

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-005674

(43)Date of publication of application : 12.01.1987

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 60-145039

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 01.07.1985

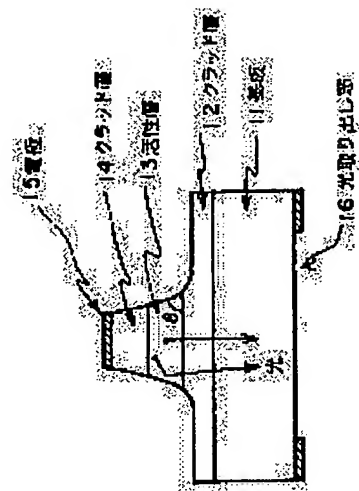
(72)Inventor : UJI TOSHIO

(54) SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING DIODE

(57)Abstract:

PURPOSE: To perform an LED having high light input to an optical fiber by using the entire disklike active layer having a diameter of specific value or lower as a light emitting region, and forming an acute angle between a boundary near a main light producing port of two hetero laminated layer boundary contacted with the active layer and the side of the active layer, thereby increasing the coupling efficiency without loss of light emitting efficiency.

CONSTITUTION: An active layer 13 limited to a disk state of $30\mu\text{m}$ or less of diameter is formed, the entire layer 13 is used as a light emitting region, and an acute angle is formed at an angle θ between a boundary near a main light producing port 15 of two hetero laminated layer boundary contacted with the layer 13 and the side of the layer 13. For example, an N-type semiconductor clad layer 12, an N-type semiconductor active layer 13, a P-type semiconductor clad layer 14 are sequentially formed on an N-type semiconductor substrate 11, and the layer 13 is limited to a disklike active layer region 13 of approx. $30\mu\text{m}$ or less of diameter. A P-type electrode 15 is formed on the entire surface of the P-type clad layer directly above the region 13 so that the entire region 13 becomes a light emitting region to produce an output light from a light producing window 15 formed on the surface of the substrate 11. Further, an angle θ formed between the boundary of the layers 13 and 12, and the side of the layer 13 is made in an acute angle.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-5674

⑤ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和62年(1987)1月12日

H 01 L 33/00

6819-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑬ 発明の名称 半導体発光ダイオード

⑰ 特 願 昭60-145039

⑱ 出 願 昭60(1985)7月1日

⑲ 発 明 者 宇 治 俊 男 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑳ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

発明の名称 半導体発光ダイオード

特許請求の範囲

活性層を有するダブルヘテロ積層構造を備えた半導体発光ダイオードにおいて、直径30 μm 以下の円板状に限定された活性層を有し、この円板状の活性層全体を発光領域とし、この活性層に接する2つのヘテロ積層界面のうち、主光取り出し口に近い方の界面と、この活性層側面とのなす角度が鋭角であることを特徴とする半導体発光ダイオード。

発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、光通信システムの光源として有効な、半導体発光ダイオード(以下LEDと呼ぶ)、特に半導体基板面に垂直な方向に光を取出す面発光型LEDに関する。

(従来技術とその問題点)

光通信システムの光源としてLEDは、今後増々重要となる。このようなLEDでは、発光輝度が高く光ファイバーへの光入力が多いことが重要である。それには、発光領域の発光効率とともに、光ファイバーへの結合効率が問題となる。光通信用ファイバーとして一般的なグレーデッドインデックスファイバーにLEDの光を結合させる場合結合効率 η_c はファイバーのコア径 D_f 、ファイバーの開口数NA、LEDの発光径 D_a と次式の関係で表わされる。

$$\eta_c = \frac{1}{2} NA^2 \left(\frac{D_f}{D_a} \right)^2 \quad (1)$$

即ち、LEDの発光径 D_a が小さいほど結合効率が大きい。従って、発光径をできるだけ小さくすることが望ましい。

従来より発光径を小さくするためにいくつかの電流狭窄手段が用いられてきた(光通信素子工学。工学図書。(1983)P128~P134)。一般的な構造は、酸化膜により電流を狭窄したり、表面近傍に設け

た拡散領域によるpn接合で電流を狭窄した構造である。これら素子表面近傍で電流狭窄を行なう構造では、電流が、活性層に達するまで、及び活性層内で横方向に拡がるため発光径が電流狭窄径より数 μm 大きくなるとともに発光強度の半径方向の分布に著しいだれが生じた。そのため発光径を小さくするには、電流狭窄径をそれ以上に数 μm 以上小さくしなければならないという問題がある。さらに発光径が小さくなる程発光強度分布のだれの影響が大きくなり結合効率は(1)式の関係から大きくずれて発光径を小さくしても結合効率は向上しないという問題がある。

又、活性層にプロトン照射による高抵抗領域を設け電流を狭窄する構造がある。この場合発光強度分布のだれは小さくなるが、活性層の発光領域の周囲をプロトン照射による損傷層で囲まれているため、キャリアが損傷層で非発光に失われ発光部の発光効率が著しく低下するという問題があった。

(発明の目的)

p型電極15が全面に形成されており、円板状活性層領域13全体が発光領域となるようにしている。n型半導体基板11の表面に設けられた光取出し窓16から出力光を取出す。

本発明では、活性層が円板状に限定されているため、この円板状領域13に限定され電流が注入され、均一に発光を生じる。その結果半径方向の発光強度分布は非常に鋭い矩形状となり、従来みられていた分布のだれは、なくなる。その結果光ファイバーとの結合効率は著しく改善される。発明者の実験結果によれば、従来発光径が約30 μm 以下では、発光径を小さくしても結合効率の増加は、大きくなく、飽和した。これは、発光径が小さくなるにつれて、電流拡がりによる発光分布のだれの影響が大きくなり、有効に結合されなくなるためである。本発明により、結合効率は、著しく改善されることが実験により明らかとなった。特に発光径が約30 μm 以下でその改善量は約1.5~2倍と顕著で、径が小さくなる程、改善量が大きかった。

本発明はこのような従来の欠点を除去し、発光効率を損なうことなく結合効率を高め光ファイバーへの光入力の高いLEDを実現するものである。

(発明の構成)

本発明によれば、活性層を有するダブルヘテロ積層構造を備えた半導体発光ダイオードにおいて直径30 μm 以下の円板状に限定された活性層を有し、この円板状の活性層全体を発光領域とし、この活性層に接する2つのヘテロ積層界面のうち、主光取り出し口に近い方の界面と、この活性層側面のなす角度が鋭角であることを特徴とする半導体発光ダイオードである。

(発明の作用、原理)

第1図は本発明の作用、原理を示す図である。n型半導体基板11上に、n型半導体クラッド層12、n型半導体活性層13、p型半導体クラッド層14が順に形成されており、活性層は、直径約30 μm 以下の円板状活性層領域13に限定されている。円板状活性層領域13の直上部のp型クラッド層表面には、

さらに、従来の、例えばプロトン照射型LEDとは異なり、活性層発光領域の周囲は、欠陥領域で囲まれていないため、発光効率の低下を伴わない。

さらに、活性層13と、クラッド層12の界面と、活性層13の側面のなす角度 θ を、鋭角としたことにより、一層の高出力化が得られた。これは、前記界面と側面のなす角が、直角か、それに近いと、活性層内の水平面方向へ進む光が、側面で反射され再び活性層の水平面方向に進む割合が高くなるため、水平面方向の光増巾が強くなる。そのため、本来必要とする活性層に垂直な方向への光強度が低下するという問題が生じる。これに対し、本発明では、この角度を鋭角としているため、活性層内の水平面方向へ進む光が、活性層側面で反射しても、再び活性層内を水平面方向に進む割合は、著しく小さくなるため、水平面方向の光増巾が小さくなり、活性層に垂直な方向への光強度を向上させることができる。さらに、活性層側面で反射した光は、主光取り出し口である基板11の方

向へ進むので、出力光として利用でき、一層の高出力化が得られる。

(実施例)

第2図は、本発明の実施例を示す図である。
n型InP基板11上に、n型InP層12、n型InGaAsP活性層13、P型InP層14、P型InGaAsPコンタクト層17を順に、例えば液相エピタキシャル法により形成する。続いてn型InGaAsP活性層13、P型InP層14及びP型InGaAsPコンタクト層17を、活性層13の直径が30 μ m以下になるように、円形メサ状に残し、他をBrメタノール等の化学エッチングにより除去する。ここで、エッチングの深さを活性層13とn型InP層12の界面から、Pコンタクト層17の表面までの距離より20~50%程度大きい値にすることにより、活性層13の側面と、前記界面のなす角度を45度前後と鋭角にすることができる。メサの周囲にSiO₂膜18を形成し、P型InGaAsPコンタクト層17表面に、TiPt膜を形成し、P型電極15とする。
n型InP基板11を厚さ約100 μ mに研磨した後、円形メサと同心円状に、直径約100 μ mの光取出し窓

16を除き他にAnGeNi膜を形成し、n型電極18を形成する。

最後にP電極15上に金メッキ層19を形成する。

(発明の効果)

本発明によりLEDの出力光の光ファイバーへの結合効率が著しく改善し、ファイバー入力パワーが、従来に比べ、2~3倍以上向上した。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明の原理を、第2図は、実施例をそれぞれ示す図である。

図中13は活性層、12,14はクラッド層をそれぞれ示す。

代理人 弁護士 内 原



オ 1 図

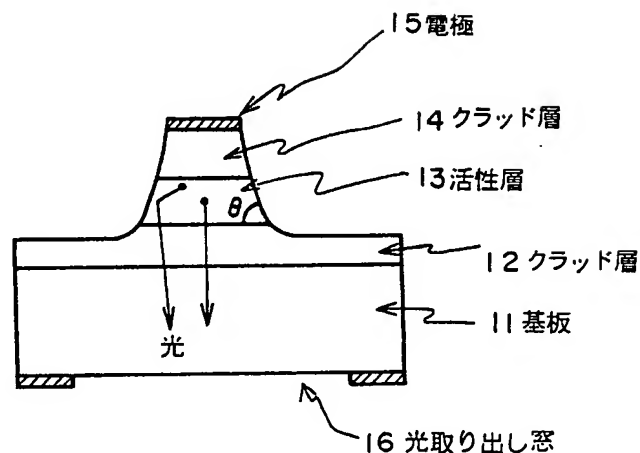


図 2

